

SZÉLSEBESSÉG-MÉRÉSEK A BÁLVÁNYON

Dr. FUTÓ JÓZSEF

Az 1964. évben folytattuk az 1961-ben megkezdett klímatológiai kutató munkát a Bükkben. Ebben az évben három alkalommal, összesen 20 napig végeztünk rendszeresen megfigyeléseket. Munkánkat eredményesebbé tette műszerparkunk jelentős gyarapodása.

Az első alkalommal, 1964. április 30-tól május 3-ig, a Nagymező és a Vadaskert találkozásánál levő Nagydolina és környéke volt mérésünk helye. A második alkalommal, 1964. június 23-tól július 4-ig ugyanezen a helyen folytattuk a kutató munkát. De ugyanekkor a Csipkésút közelében levő erdősült dolinában (*Huhogó*) és a *Bálványon* is telepítettünk állomásokat. A harmadik időszakban, 1964. szeptember 23-tól 26-ig csak a *Bálványon* folytak szélsébség-megfigyelések.

Az előző években végzett hasonló jellegű munka egy részéről a Földrajzi Értesítő 1962. évi IV. füzetében (487–498. oldal) és az Egri Tanárképző Főiskola Tudományos Közlemények II. kötetében, 1964. év (401–415. oldal) jelentek meg beszámolók. A munka jellemzésére néhány számadatot szeretnék megemlíteni. 1964-ben a terepen töltött 20 munkanapon több, mint 30 000 mérést végeztünk és rögzítettünk a jegyzőkönyvekben. A megfigyelések oroszánrészét a jelenlegi III. éves földrajz-biológia-szakos hallgatókból alakult klímatológus brigád végezte sokszor igen nehéz körülmények között. A brigád tagjai: Gáspár Emil (vezető), Eged György, Gallik Antal, Guba József, Gyimesi Alajos. A júliusi időszakban, amikor a legtöbb állomásunk működött, a műszermunkában az I. és a II. éves földrajz-biológia-szakos hallgatók is részt vettek.

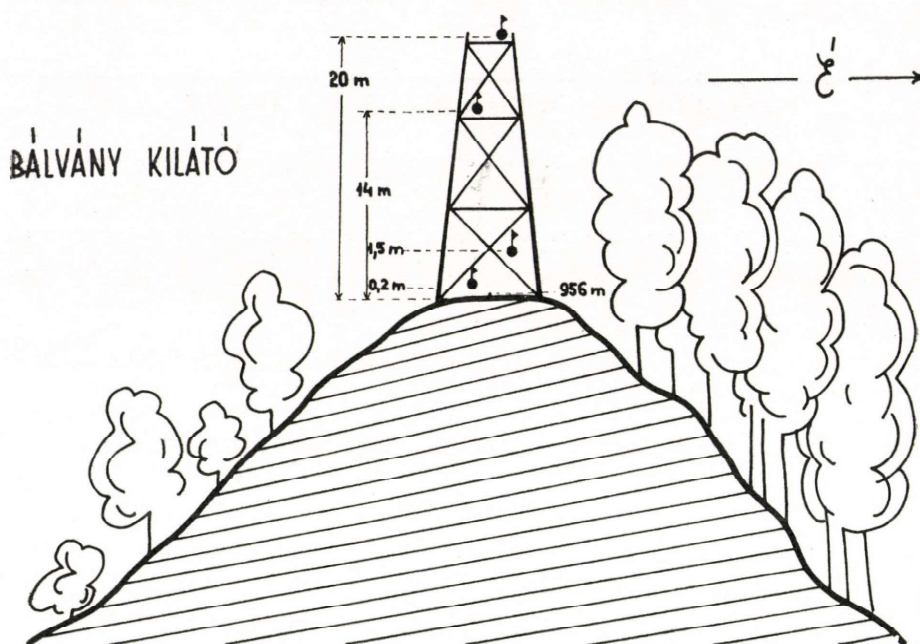
Nincs mód és lehetőség, hogy az egész évi munkát összefoglaljuk. Ezért ebben a tanulmányban csak az egyik részfeladatunk eddigi eredményeit szeretnénk ismertetni.

*

Kutató munkánk egyik célkitűzése, hogy különböző légköri helyzetekben, különböző szélerősségek mellett, különböző időszakokban a szél sebességének vertikális irányú változását vizsgáljuk. A mérések végzéséhez a legalkalmasabb helynek a 956 m magas Bálvány mutatkozott,

annál is inkább, mert a 20 m magas, vékony vasrudakból álló kilátó a szél erősségén alig módosított. Azonkívül ott tetszés szerint válogathattuk meg a mérőhelyek magasságát.

A szélsebesség méréseket a következő szintekben végeztük: 0,2 m, 1,5 m, 14 m és 20 m (1. ábra). A Bálvány északra néző lejtőjét 10–12



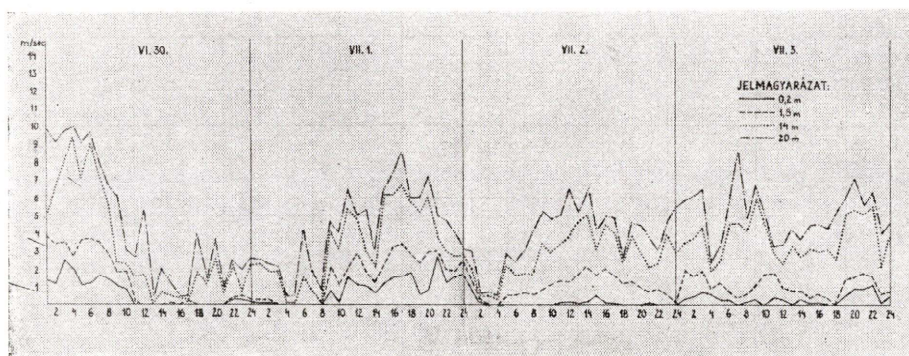
1. ábra
A mérőállomások helye a Bálványon

m átlagos magasságú zárt erdő, a déli lejtőt viszont tisztásokkal váltakozó jóval alacsonyabb erdő borítja. A növényzet összetétele és magassága azért lényeges, mert az alsó két szintben, 0,2 és 1,5 m-en az északias irányú uralkodó szelekkel szemben jelentős védelmet biztosít. — A másik két mérőhely az erdő lombkorona-szintje felett van. Ezért itt csak a súrlódásnak van némi fékező hatása a szélsebességre.

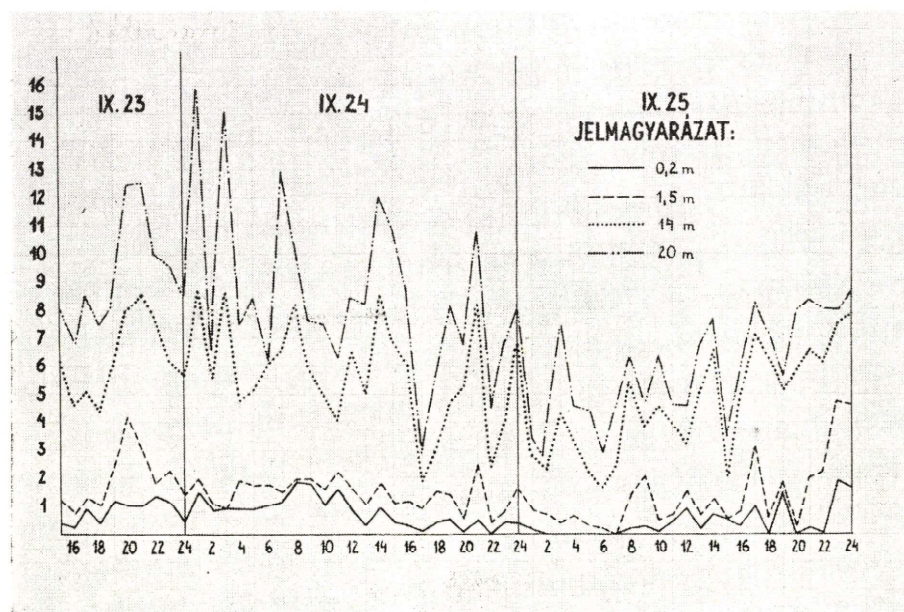
A méréseket kézi kanalas szélsebességmérővel óránként végeztük. A mérések és leolvasások megkönnyítésére az észlelők számára közvetlenül a kilátó tövében sátoztáborot állítottunk fel. A szél sebességén kívül feljegyeztük a szél irányát, a felhősültség mértékét és a látástávolságot. A széllel kapcsolatos adatokon kívül Assman-műszerrel ugyancsak óránként mértük minden magasságban a hőmérsékletet és a relatív nedvességtartalmat is, továbbá a talajhőmérsékletet a felszínen és 10 cm mélységben.

Az első mérési időszakban (1964. jún. 23–júl. 4-ig) a négy megfigyelő helyen (0,2, 1,5, 14 és 20 m-es szinteken) naponta 96, összesen

1032 szélesség-mérést végeztünk. Az összes adat közzétételére nincs lehetőségünk, ezért kiválasztottunk négy olyan napot (jún. 30—júl. 3.), amelynek szélesség-változásai megítélésünk szerint az itteni viszonyokra a legjellemzőbbek. A szemléletesség kedvéért grafikusán ábrázoljuk a szél sebességét óránkénti megoszlásban, mind a négy mérőhelyen (2. ábra). Ebben az időszakban általában közepes erősségű északi, északnyugati szél fújt.



2. ábra
A szélességek óránkénti eloszlása 1964. június 30—július 3-ig
a 0,2, 1,5, 14 és 20 m-es szinteken a Bálványon



3. ábra
A szélességek óránkénti eloszlása 1964. szeptember 23—25-ig
a 0,2, 1,5, 14 és 20 m-es szinteken a Bálványon

A másik mérési időszak adatait (szept. 23-tól szept. 25-ig) a 3. ábra grafikonján mutatjuk be. Ezen időszak nagy részében viharos keleti, északkeleti szél fújt.

Mindkét ábrán első pillanatra feltűnik az, hogy a négy mérési szintnek megfelelő négy vonal általában párhuzamosan halad egymással. De mutatja a két ábra azt is, hogy a talaj közelében sokkal kisebb a szélesség, mint a magasabb szinteken.

Az ábrázolt napokon egyetlen esetben fordult elő, hogy a négy szint szélességét jelző vonalak keresztezték volna egymást. Nem fordult elő az az eset sem, hogy a talajhoz közelebb nagyobb lett volna a szélesség, mint a magasabb szinteken. Kivételesen az előfordulhat, hogy a két szomszédos szintértéket jelző vonal találkozik, azaz két szintben ugyanakkora a szélesség. Ezek a találkozások a két felső szintben (a lombkoronaszint felett) az ábrázolt időszakban csak néhány esetben fordultak elő (júl. 1-én, 18 órakor, szept. 24-én, 7 órakor). A két alsó, az erdőtől védett szinten a találkozás sokkal gyakoribb, minden olyan esetben bekövetkezik, amikor a két szintben 0 a szélesség.

A szél sebességének egy órán belüli változása a 20 m-es szintben a legerőteljesebb. 1964. szept. 24-én éjjel 1 órakor mért 15,9 m/sec-os szélesség 2 órára 6,6 m/sec-ra esett vissza, majd 3 órakor ismét 15,1 m/sec-ra erősödött. Tehát egy órán belül 9,3 m/sec volt a csökkenés, míg a következő órában ismét 8,5 m/sec-mal növekedett a szél sebessége. Ugyanezekben az időpontokban 14 m magasságban hasonló irányú változást tapasztaltunk a szél sebességében, de a kilengés értéke sokkal kisebb volt, mégpedig az első időpontban 3,1 m/sec volt a szélesség-csökkenés, majd a következő órában 3,0 m/sec a szélerősség növekedése. Ugyanez idő alatt az 1,5 m és a 0,2 m-es szintekben ezek a változások szintén észlelhetők voltak, de az értékek egyik helyen sem haladták meg a 0,8 m/sec-ot. Azt tapasztaltuk, hogy a négy szintben általában hasonló irányú a szélesség-változás. A legnyugtalanabb vonalat a 20 m-es szintben mért szélességek mutatnak. A talaj felszíne felé haladva a kilengések mind kisebbek lesznek. Ezek az értékek a 0,2 m-es szintben általában nem érik el az 1 m/sec-ot.

A menetgörbéről leolvashatjuk a különböző szintekben, ugyanabban az időpontban mért szélességeket. Ezek az adatok azt is mutatják, hogy minél nagyobbak a szélességek, általában annál nagyobb szélesség-különbségek adódnak a különböző szintek között. Ennek igazolására álljon itt az I. táblázat, amely a júl. 3-án 7 órakor és szept. 24-én 1 órakor mért adatokat mutatja.

I. táblázat

	Júl. 3-án 7 órakor	Szeptember 24-én 1 órakor:
0,2 m-en	0,1 m/sec	1,5 m/sec
1,5 m-en	0,4 m/sec	1,9 m/sec
14 m-en	4,6 m/sec	8,7 m/sec
20 m-en	8,6 m/sec	15,9 m/sec

Mindkét adatsor amellelt bizonyít, hogy a talajfelszín közelében mért gyenge szél vagy éppen szélcsend 20 m-es magasságig gyorsan növekszik. Ugrásszerű az emelkedés az 1,5 m és a 14 m-es szint között, mert az 1,5 m-es szint az erdő védelmét élvezi, 14 m-es magasságban pedig már ez a hatás megszűnik.

De olyan eseteket is megfigyelhetünk, amikor mind a négy szintben a szélsébsesség-értékek egymáshoz nagyon közel esnek. Ezek általában gyenge szél alkalmával következnek be. De itt döntő jelentősége van a szél irányának is. Ha a szél délies irányú volt, akkor még gyenge szél esetében is észleltünk légmozgást a talaj közelében is. Ebben az esetben a szélsébsesség-értékek a négy szintben nagyon közel kerültek egymáshoz, mint pl. júl. 2-án reggel 2 órakor 0,2 m-en 0,2 m/sec, 1,5 m-en 0,3 m/sec, 14 m-en 0,4 m/sec és 20 m-en 0,6 m/sec volt a szélsébsesség. Északias irányból fújó sokkal erősebb szél esetében a két alsó szintben vagy szélcsend van, vagy nagyon gyenge a szél erőssége. Ennek igazolására a következő adatokat emeljük ki: júl. 3-án 7 órakor: 0,2 m-en 0,0 m/sec, 1,5 m-en 0,4 m/sec, 14 m-en 4,6 m/sec és 20 m-en 8,6 m/sec. — Szept. 25-én 3 órakor: 0,2 m-en 0,0 m/sec, 1,5 m-en 0,4 m/sec, 14 m-en 4,3 m/sec és 20 m-en 7,5 m/sec.

A négy szintben a szélerősség-változásokat a szélcsendes órák száma is jól mutatja. A két mérési időszakban egy-egy szintben 321 órában mértünk szelet. Ezek közül a 20 m-es magasságban egyetlen órában sem volt szélcsend. Ugyanitt a legkisebb szélsébsességet, 0,2 m/sec-ot júl. 1-én reggel 8 órakor, a legnagyobb szélsébsességet, 15,9 m/sec-ot pedig szept. 24-én, hajnali 1 órakor mértük.

A 14 m-es szintben a 321 órából csupán 3 szélcsendes óra volt. A legnagyobb szélsébsesség ebben a szintben jún. 24-én 21 órakor 9,6 m/sec volt.

Az 1,5 m-es szintben a szélcsendes órák száma 33. A legnagyobb szélsébsesség pedig már csupán 4,7 m/sec volt (szept. 25-én 23 órakor).

A 0,2 m magasságban 94 szélcsendes óra volt, a legnagyobb szélsébsesség pedig csupán 2,6 m/sec (júl. 1-én 17 órakor).

A két mérési időszakban észlelt szélcsendes órák számát és százalékat, valamint a szélsőséges szélsébsesség-értékeket a II. táblázat mutatja.

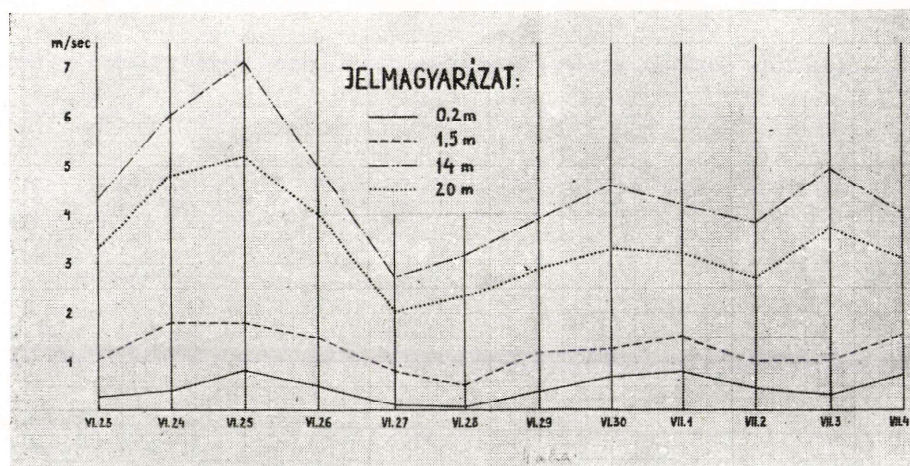
II. táblázat

	0,2 m	1,5 m	14 m	20 m
A szélcsendes órák száma	94	33	3	0
A lehetséges esetek százaléka	29,37	10,28	0,93	0,0
Legnagyobb szélsébsesség m/sec	2,6	4,7	9,6	15,9
Legkisebb szélsébsesség m/sec	0,0	0,0	0,0	0,2

A napi szélsébsesség-átlagokat az egyes szintekre 1964. jún. 23-tól júl. 4-ig a III. táblázat és a 4. ábra tünteti fel.

III. táblázat

Időpont:	0,2 m m/sec	1,5 m m/sec	14 m m/sec	20 m m/sec	I. hánvados	II. érték	III. érték
Jún. 23.	0,30	1,03	3,38	4,30	14,1	4,17	1,28
Jún. 24.	0,46	1,82	4,83	6,05	13,1	3,32	1,25
Jún. 25.	0,87	1,80	5,22	7,14	8,2	3,96	1,36
Jún. 26.	0,53	1,50	4,03	5,00	9,40	3,33	1,21
Jún. 27.	0,11	0,82	2,02	2,75	25,00	3,35	1,36
Jún. 28.	0,15	0,58	2,39	3,16	21,06	5,85	1,32
Jún. 29.	0,42	1,26	2,90	3,95	9,40	3,13	1,36
Jún. 30.	0,73	1,35	3,32	4,61	6,31	3,41	1,39
Júl. 1.	0,83	1,59	3,28	4,22	5,08	2,56	1,28
Júl. 2.	0,20	1,00	2,70	3,87	19,35	3,87	1,43
Júl. 3.	0,34	1,05	3,70	4,97	14,60	4,73	1,34
Júl. 4.	0,76	1,59	3,17	4,04	5,31	2,54	1,27



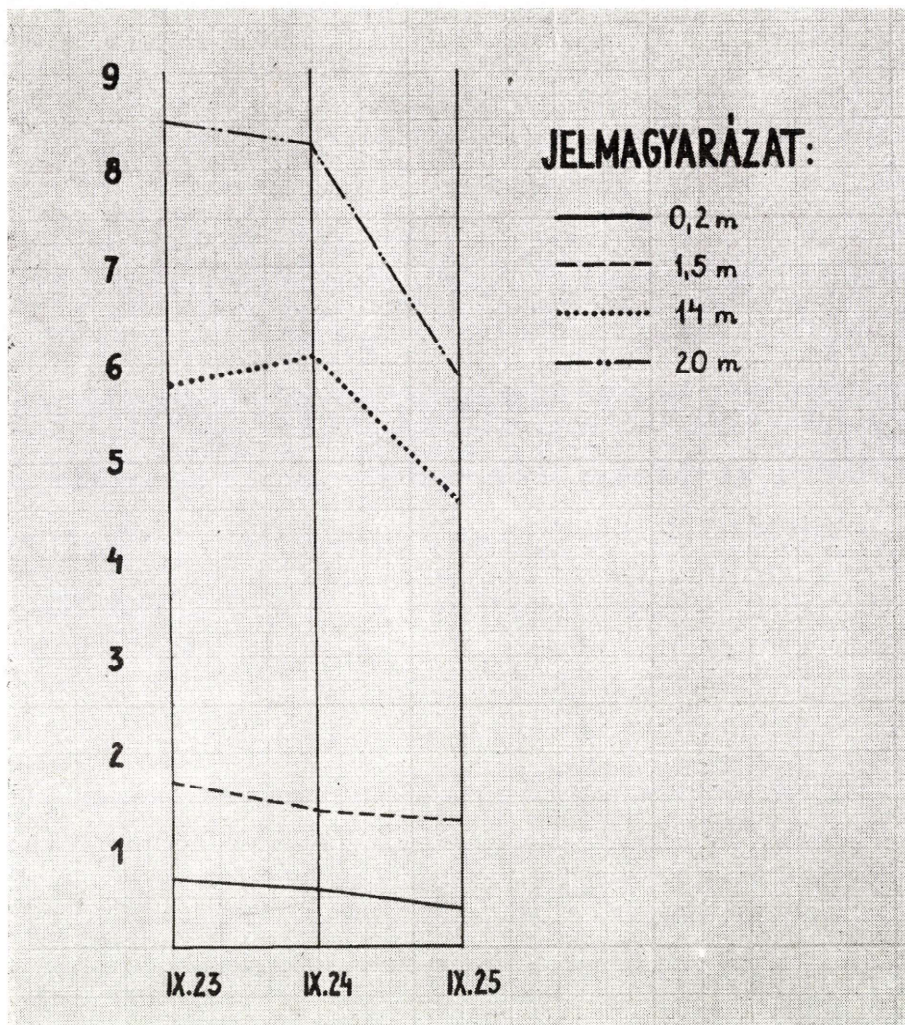
4. ábra

A szélsőbesség napi átlagai 0,2, 1,5, 14 és 20 m-es szintekben a Bálványon
(1964. június 23-tól július 4-ig)

Az 1964. szept. 23–26-ig végzett mérésekről ugyanezeket az adatokat a IV. táblázat és az 5. ábra mutatja be.

IV. táblázat

Időpont:	0,2 m m/sec	1,5 m m/sec	14 m m/sec	20 m m/sec	I. hánvados	II. érték	III. érték
Szept. 23.	0,74	1,73	5,85	8,52	11,51	4,92	1,45
Szept. 24.	0,61	1,46	6,12	8,31	13,62	5,69	1,35
Szept. 25.	0,43	1,35	4,66	5,92	13,75	4,38	1,27
Szept. 26.	0,48	1,70	5,32	7,12	14,84	4,19	1,34



5. ábra
A szélsebesség napi átlagai 0,2, 1,5, 14 és 20 m-es szintekben a Bálványon
(1964. szeptember 23-tól szeptember 25-ig)

Az összesített táblázatok és az ezek alapján rajzolt grafikonok sok érdekes összefüggést tárnak fel.

Az első legszembevetőbb kapcsolat az, hogy a két alsó szint és a két felső szint között nincsen lényeges szélsebesség-különbség. A szél-erősséget jelző vonalak is megközelítőleg párhuzamosan haladnak. A napi átlagok alapján rajzolt menetgörbék sokkal nyugodtabbak, kiegyenlítettebbek, mint a 2. és a 3. ábrán látható óránkénti ábrázolás-ban. Lényegesen nagyobb a szélsebesség-növekedés a második és a har-

madik szint között, ami azzal magyarázható, hogy az alsó két szint az északi oldalon levő zárt erdő védelmét élvezzi, a harmadik és a negyedik szint pedig túl van a lombkorona szintjén.

Az egyes szintek közötti szélesebbesség-kapcsolatokat még jobban szemléltethetjük egy hányadosértékkel, amelyet úgy számítottunk ki, hogy a legfelső szint legnagyobb szélesebbességét egymásután elosztjuk az alatta levő szintek szélesebbességével. A hányadosok egyszerűen azt fejezik ki, hogy a legfelső szint szélesebbessége hányszorosa az alatta levő egyes szintek szélesebbességének. Ezeket az értékeket adják a III. és a IV. táblázat második részének, az I., II. és III.-mal jelzett oszlopsorai. Mégpedig az I. oszlopsor a 20 m-es és a 0,2 m-es; a II. a 20 m-es és az 1,5 m-es; a III. oszlopsor pedig a 20 m-es és a 14 m-es szintek közötti viszonylatokat tüntetik fel. A legnagyobb számokat az I. oszlopban látjuk, mert legnagyobb a szélesebbesség-különbség a legalsó és a legfelső szint között. Ezek az értékek átlagban 10 körül vannak. De az I. oszlop adatai esetében nagyon feltűnő, hogy az átlagértéktől pozitív és negatív irányban nagyok az eltérések. A hányados-értékek annál nagyobbak, minél kisebb a legfelső szintben mért szélesebbesség. A legfelső szint szélesebbessége jún. 27-én volt a legkisebb (2,75 m/sec). Ugyanakkor a talajszinthez viszonyított hányadosérték a legnagyobb, 25,00. De másik két gyenge szélesebbességes nap (jún. 28. és júl. 2.) is alátámasztja az előbb mondottakat 21,06 és 19,35 hányados-értékekkel. Ugyanakkor a felső szint nagy szélesebbesség-adataihoz kisebb hányados-értékek tartoznak. Ezt látszanak igazolni a szeptemberi mérések adatai. Ez a hányadoscsökkenés azzal magyarázható, hogy a zárt erdő a szélesebbességet nem arányosan fékezi, hanem kisebb szélesebbességnél nagyobb, nagyobb szélesebbességnél pedig kisebb a fékező hatása.

De az I. oszlopokban láthatunk az előbb elmondottakkal ellentmondó adatokat is. Így pl. jún. 30-án és júl. 1-én, amikor a legfelső szintben viszonylag kis vagy közepes szélesebbességhez (4,61, 4,22 m/sec) kis hányados tartozik (6,31, 5,08). Ez az ellentmondás azonban csak látszólagos, mert a Bálványon a hányadosértékek nemcsak az erdő szintje felett fújó szél sebességétől, hanem az irányától is függnének. Ezen a két napon ui. délies irányú szelek fújtak. Déli irányból pedig csak ritkás erdő védi a csúcstól a szélétől. Ezért a délies irányú szelek ereje a Bálványon sokkal kevésbé csökken a talaj felszíne közelében, mint az északias irányúaké.

Az eddig mondottakból most már az következik, hogy az 1,5 m és a 20 m-es szint viszonylatából a szélesebbesség-különbségek kisebbek lesznek. Ennek megfelelően a hányadosértékek is csökkennek. Általában az 1,5 m-es szintben 3,5-szer kisebb a szél sebessége, mint 20 m magasságban. A két mérési időszak alatt (szept. 24.) 5,69 legnagyobb és (júl. 4.) 2,54 legkisebb hányadosértéket számítottunk a két szint között.

Tovább csökkennek a szélesebbesség-különbségek a két felső szint között (20 m és 14 m). Ennek megfelelően a hányadosértékek is kisebbek lesznek. A méréseink során azt tapasztaltuk, hogy a 20 m-es szintben a szélesebbesség egyetlen egyszer sem haladta meg a 14 m-en mért érték 1,5-szorosát. Átlagosan 1,3-szerese volt csupán.

Az V. táblázat a hányados értékek maximumát és minimumát mutatja a legfelső (20 m) és a másik három szint viszonylatában.

V. táblázat

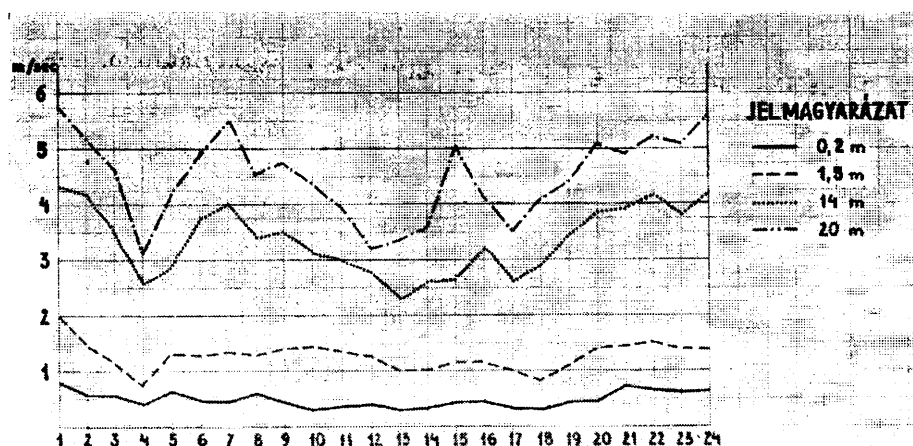
Szintek viszonylata	Maximum	Minimum
20 m és 0,2 m	25,00	5,08
20 m és 1,5 m	5,85	2,54
20 m és 14 m	1,43	1,21

A jún. 23-tól júl. 4-ig tartó mérési időszak óraátlagainak adatait a VI. táblázat, grafikus ábrázolását pedig a 6. ábra mutatja.

Ebben az időszakban a legnagyobb szélességek az éjszakai órákban, a legkisebbek pedig a déli órákban következtek be. Pontosan fordított képet mutat a 6. ábra, mint a széljárás napi menetének a megszokott képe. Ez azzal magyarázható, hogy erős széllel járó betörési frontok éppen az éjjeli órákban haladtak át a vizsgált terület felett. Ezek szélessége elérte vagy meg is haladta a 10 m/sec-os szélességet.

VI. táblázat

Óra	0,2 m m/sec	1,5 m m/sec	14 m m/sec	20 m m/sec
1	0,80	1,98	4,31	5,75
2	0,52	1,43	4,15	5,24
3	0,58	1,10	3,54	4,61
4	0,41	0,74	2,51	3,10
5	0,57	1,35	2,82	4,24
6	0,44	1,34	3,77	4,37
7	0,44	1,36	4,00	5,47
8	0,58	1,30	3,37	4,59
9	0,45	1,37	3,45	4,77
10	0,32	1,43	3,19	4,41
11	0,36	1,30	3,03	3,99
12	0,43	1,25	2,82	4,16
13	0,27	1,00	2,36	3,39
14	0,31	1,01	2,59	3,66
15	0,45	1,23	2,67	5,10
16	0,43	1,21	3,24	4,27
17	0,37	1,01	2,60	3,50
18	0,36	0,84	2,84	4,17
19	0,42	1,16	3,47	4,43
20	0,45	1,39	3,90	5,10
21	0,70	1,41	3,94	4,90
22	0,64	1,54	4,25	5,22
23	0,60	1,41	3,81	5,10
24	0,65	1,41	4,14	5,56



6. ábra
A szélesség napi menete a Bálványon a 0,2, 1,5, 14 és 20 m-es szintekben
az 1964. június 23-tól július 4-ig tartó mérési időszak alatt

A két időszak adatsora még megközelítőleg sem elegendő a Bálványon a különböző szintekben levő szélesség-viszonyok jellemzésére. Mindkét mérőssorunk idején lombos volt az erdő. Minden valószínűség szerint a lombtalan erdő esetében ezek az értékek alapvető módon mások. Hogy ez a változás milyen mértékű, azt további mérésekkel kell bizonyítani. Mivel mindkét mérőssorunk viszonylag erősen szeles időből származik, ki kell egészíteni anticiklonális helyzetben mért adat-sorokkal. További finomításra ad lehetőséget a különböző irányú szelek sebesség-viszonyainak a változása a különböző szintekben.

IRODALOM

- Geiger, R.: Das Klima der bodennahen Luftschicht. Braunschweig, 1960.
Bacsó N.: Bevezetés az agrometeorológiába. Budapest, 1958.
Aujeszky L.: A légkör fizikája, Budapest, 1957.
Kakas J.: Repülőtereink széliránygyakorisága. Időjárás, 51. évf. 56—68. oldal; Budapest, 1947.
Berényi D.: Hegyi-völgyi szelek a Tiszántúlon. Időjárás, 36. évf. 81—84. oldal; Budapest, 1932.
Berkes Z.: Az erdő szélvektor és a légátvitel nagysága Magyarországon. Meteorológiai Intézet hiv. kiadv. XV. kötet, Bp, 1957.
Aujeszky L.—Berényi D.—Béll B.: Mezőgazdasági meteorológia, Bp, 1943.
Kakas J.: Adatok hazánk évszakonkénti szélirány gyakoriságához, Orsz. Met. Int. hiv. kiadv. XV. kötet, Beszámolók, 51—66. oldal, Bp, 1957.
Bacsó N.—Zólyomi B.: Mikroklíma és növényzet a Bükk-fennsíkon. Időjárás 38. évf. 177—196. old. Bp, 1934.
Endrődi G.: A talajközeli légrétegek szélviszonyai a Balaton térségében. Időjárás, 63. évf. 1959. 4. sz. 215—220. old.
Wagner R.: Az erdő klímája. Időjárás, 61. évf. 1957. 2. szám, 117—125. old.
Marczell Gy.: Az erdő hatása a szélre. Időjárás, 29. évf. 1925. Bp.